

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

99PS476

81

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(A n'utiliser que pour
le classement et les
commandes de reproduction).

2.201.142

(21) N° d'enregistrement national
(A utiliser pour les paiements d'annuités,
les demandes de copies officielles et toutes
autres correspondances avec l'I.N.P.I.)

72.34317

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

1^{re} PUBLICATION

- (22) Date de dépôt 28 septembre 1972, à 13 h 25 mn.
- (41) Date de la mise à la disposition du public de la demande B.O.P.I. — «Listes» n. 17 du 26-4-1974.
- (51) Classification internationale (Int. Cl.) B 21 d 1/00//B 21 b 37/00; B 21 d 51/00.
- (71) Déposant : ÉTABLISSEMENTS J. J. CARNAUD & FORGES DE BASSE-INDRE, résidant en France.
- (73) Titulaire : *Idem* (71)
- (74) Mandataire : Cabinet J. Bonnet-Thirion, L. Robida et G. Foldés.
- (54) Procédé et dispositif pour la régulation de l'épaisseur imposée par un laminoir d'une quelconque bande.
- (72) Invention de : Paul Prigent.
- (33) (32) (31) Priorité conventionnelle :

La présente invention concerne d'une manière générale la régulation de l'épaisseur d'une quelconque bande traitée par un lamo-
noir à partir d'une débobineuse, et vise plus particulièrement
mais non exclusivement, le cas d'une tôle traitée à froid par un
5 lamo-
noir réversible.

Il existe à ce jour deux modes principaux de régulation d'une telle épaisseur.

Suivant un premier mode de régulation on agit sur le serrage appliqué par le lamo-
noir à la bande traitée par celui-ci.

10 Cette action sur le serrage, assurée par le lamo-
noir, est efficace lors des premières passes mais doit être évitée au cours des dernières passes, car s'agissant d'une tôle, cette dernière est alors fortement écrouie.

En outre, cette action sur le serrage, assurée par le lamo-
noir, 15 est lente à mettre en oeuvre, surtout lorsque ce serrage est obtenu par un vissage mécanique, et doit donc être réservée à la régulation de variations d'épaisseurs de grande amplitude mais de vitesses faibles.

20 Selon un deuxième mode de régulation possible, qui peut avantageusement mais non obligatoirement être associé au premier, on agit sur la traction arrière exercée par la débobineuse sur la bande traitée par le lamo-
noir en aval de celle-ci.

25 Cette action sur cette traction est surtout efficace lors des dernières passes au cours desquelles la tôle est mince, une variation relativement modeste de la vitesse angulaire de la débobineuse, et donc de la traction exercée par celle-ci sur la bande en cours de laminage, amenant une bonne correction de l'épaisseur de cette bande à la sortie du lamo-
noir.

Théoriquement, cette action sur la traction exercée par la 30 débobineuse a des effets pratiquement instantanés et permet donc de corriger des variations rapides d'épaisseur de la bande traitée.

Cependant, dans les dispositifs usuels d'action correspon-
dants, on obtient une modification de la traction arrière exercée par la débobineuse par une régulation de l'alimentation du moteur entraînant celle-ci, corrigée par un intégrateur.

En effet, on ne peut appliquer sans intégration au régulateur d'alimentation de la débobineuse le signal d'erreur formé par la différence entre une épaisseur de référence et l'épaisseur réelle de la bande traitée, car la mesure d'épaisseur correspondante se 40 faisant usuellement en aval du lamo-
noir, il y a un retard important

entre cette mesure et la correction de traction qu'elle induit ; sans intégration, un tel retard pourrait amorcer un pompage important de la régulation.

Ainsi, avec les dispositifs classiques d'action connus à ce 5 jour, l'action sur la traction arrière exercée par la débobineuse ne permet de corriger qu'une tendance de variation de l'épaisseur de la bande traitée, mais ne peut pas éliminer une variation instantanée.

D'autre part, s'agissant de bandes de tôle de faible largeur 10 et en acier ne pouvant supporter qu'un faible serrage, la régulation d'épaisseur par action sur la traction arrière exercée par la débobineuse rend instable l'épaisseur de sortie de la bande, lors de la dernière passe, la vitesse de la débobineuse n'étant pas alors constante.

15 La présente invention a pour objet un procédé et un dispositif pour la régulation de l'épaisseur d'une bande traitée par un lamo-
noir à partir d'une débobineuse entraînée à vitesse variable, es-
sentiellement fondés sur une modulation appropriée de la vitesse
de la débobineuse, mais exempts des inconvénients succinctement ex-
20 posés ci-dessus.

Le procédé et le dispositif selon l'invention sont caractérisés en ce que l'on relève la vitesse linéaire V_1 et les variations d'épaisseur j_1 de la bande ou tôle à l'entrée du lamo-
noir, on relève la vitesse linéaire V_2 de cette bande à la sortie du lamo-
noir, 25 et on règle la vitesse angulaire de la débobineuse de manière à ce que, entre V_1 , V_2 et j_1 soit respectée une relation de la forme

$$V_1 = r \cdot V_2 - r \cdot V_2 \cdot j_1$$

dans laquelle r désigne le rapport des épaisseurs de la bande à la sortie et à l'entrée du lamo-
noir.

30 En pratique la relation respectée selon l'invention est l'image de la loi mathématique que doit suivre la vitesse de la tôle à l'entrée du lamo-
noir pour que l'épaisseur de cette tôle demeure constante à la sortie de ce dernier.

Mais ce n'est pas le signal d'erreur de l'épaisseur en aval du 35 lamo-
noir qui est utilisé mais le signal d'erreur de l'épaisseur en amont de ce lamo-
noir.

Ce signal est connu à l'avance et peut donc être utilisé en valeur instantanée sans intégration.

Il en résulte que la régulation suivant l'invention a une ac-
40 tion instantanée, et une grande finesse, sans aucun risque de

perturbation.

Les caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront d'ailleurs de la description qui va suivre, à titre d'exemple, en référence aux dessins schématiques annexés, sur lesquels :

5 la figure 1 est un bloc diagramme d'une installation de laminage dotée d'une régulation suivant l'invention ;

la figure 2 est un bloc diagramme illustrant une variante de réalisation.

A la figure 1, on a schématiquement représenté en 10 un laminoir noir appliqué au traitement d'une bande de tôle 11 dévidée par une débobineuse 12.

A la sortie de la débobineuse la bande 11 passe sur un rouleau déflecteur 13 avant d'être engagée entre deux cylindres du laminoir 10, puis en aval de ceux-ci passe sur un rouleau déflecteur 14 avant d'être reprise par une bobineuse 15.

La débobineuse 12 est entraînée à vitesse variable par un moteur 16 dont l'alimentation est commandée par un générateur 18. Ce générateur peut, par exemple, être un groupe Ward Leonard ou encore un groupe statique à thyristors.

20 Si l'on désigne par :

v₁, la vitesse linéaire de la tôle à l'entrée du laminoir,

e₁, l'épaisseur de la tôle à l'entrée du laminoir,

v₂, la vitesse linéaire de la tôle à la sortie du laminoir,

e₂, l'épaisseur de la tôle à la sortie du laminoir,

25 r, le rapport des épaisseurs e₂/e₁,

j₁, les variations d'épaisseur de la tôle à l'entrée du laminoir,

j₂, les variations d'épaisseur de la tôle à la sortie du laminoir,

l'équation élémentaire du laminage s'inscrit :

$$v_1 \cdot e_1 = v_2 \cdot e_2$$

30 Si on prend les dérivés logarithmiques de cette équation, on obtient :

$$\frac{\Delta v_1}{v_1} + \frac{\Delta e_1}{e_1} = \frac{\Delta v_2}{v_2} + \frac{\Delta e_2}{e_2}$$

soit :

$$35 \Delta v_1 - \Delta v_2 \cdot \frac{v_1}{v_2} + \frac{\Delta e_1}{e_1} \cdot v_1 = \frac{\Delta e_2}{e_2} \cdot v_1$$

et finalement

$$\Delta v_1 - r \cdot \Delta v_2 + r \cdot v_2 \cdot j_1 = j_2 \cdot r \cdot v_2$$

Si on veut que la variation d'épaisseur j₂ à la sortie du laminoir 40 soit nulle il faut que :

$$\Delta v_1 = r (\Delta v_2 - v_2 \cdot j_1)$$

Cette relation donne la loi mathématique que doit suivre la vitesse linéaire V1 de la tôle à l'entrée du laminoir 10 pour obtenir une épaisseur de la tôle e2 constante à la sortie du laminoir.

- 5 En pratique cette relation est difficilement applicable à une régulation, mais en approximation, elle est équivalente à la relation suivante :

$$V1 = r \cdot V2 - r \cdot V2 \cdot j_1 \quad (R)$$

le terme ($\Delta V1 = r \cdot \Delta V2$) étant pratiquement égal, à des infiniment 10 petits du deuxième ordre près, au terme ($V1 - rV2$).

Ainsi qu'il ressort de la relation (R) ci-dessus si l'épaisseur d'entrée e1 est constante, la vitesse V1 doit rester constante et être proportionnelle à la vitesse V2 : autrement dit la vitesse angulaire de la débobineuse 12 doit être constante et être 15 proportionnelle à la vitesse angulaire du laminoir 10.

Si par contre l'épaisseur d'entrée e1 varie, la vitesse linéaire de la tôle à l'entrée du laminoir 10 doit être modulée en sens inverse de la variation d'épaisseur ; ralentissement si l'épaisseur augmente, accélération si l'épaisseur diminue.

- 20 Suivant l'invention, cette relation (R) est appliquée à la régulation de la vitesse angulaire de la débobineuse 12.

Conformément à la forme de mise en oeuvre illustrée, la vitesse linéaire V1 est relevée par une dynamo tachymétrique 19 entraînée par le rouleau déflecteur 13.

- 25 Tout glissement entre la tôle et ce rouleau pouvant normalement être évité, moyennant certaines précautions de montage bien connues de l'homme de l'art, la dynamo tachymétrique 19 forme un premier capteur de vitesse apte à délivrer un signal image de la vitesse linéaire V1 de la bande 11 à l'entrée du laminoir 10.

- 30 Ce signal de vitesse V1 est appliqué directement à un premier comparateur 20.

De manière avantageuse, la vitesse linéaire de sortie V2 de la bande 11 peut être prélevée au niveau même du laminoir 10, par une dynamo tachymétrique 21 calée sur un quelconque organe de ce 35 laminoir et, par exemple, montée en bout du moteur entraînant celui-ci. La différence de vitesses entre les cylindres du laminoir et la bande 11 pouvant être considérée comme constante au cours d'une passe, la dynamo tachymétrique 21 forme un deuxième capteur de vitesse apte à délivrer un signal V2 image de la vitesse de la 40 bande à la sortie du laminoir 10.

Ce signal de vitesse V2 est appliqué à un calculateur 23, par l'intermédiaire, dans l'exemple représenté, d'un potentiomètre 24 permettant l'affichage du facteur r.

5 Ce calculateur 23 reçoit également un signal jl délivré par une jauge d'épaisseur 25 placée à l'entrée du laminoir 14 et apte à délivrer un signal image des variations d'épaisseur de la tôle 11 à ladite entrée.

Le calculateur 23 est établi de manière à élaborer, à partir des signaux jl et V2, qu'il reçoit un signal V1 conforme à la relation (R) ci-dessus en coopération avec le potentiomètre 24 assurant la multiplication $r \cdot V2$. La vitesse V1 ainsi élaborée par le calculateur 23 est appliquée au premier comparateur 20 qui reçoit également la vitesse V1 mesurée par la dynamo tachymétrique 19.

15 Le signal de correction de vitesse sortant du premier comparateur 20 et, après amplification en 26, appliquée à un deuxième comparateur 27 recevant en 28 un signal de référence.

Le générateur 18 est piloté par le signal de sortie délivré par le deuxième comparateur 27 après amplification en 30. Ce comparateur 27 reçoit trois signaux : une référence intensité moyenne du courant du moteur 16 affiché par l'opérateur en 28, une image du courant réel fournie par une boucle d'asservissement 29 et en troisième lieu le signal de correction de vitesse élaboré par l'amplificateur 26.

25 On obtient ainsi une régulation vitesse-courant en cascade, et une limitation est très avantageusement prévue à la sortie de l'amplificateur de courant 30, ce qui limite ce courant en cas de dépassement de l'intensité permise.

Le potentiomètre 24 est à la disposition de l'opérateur pour 30 la modification du rapport d'épaisseur r.

La régulation d'épaisseur assurée suivant l'invention s'applique de préférence à des corrections d'épaisseur faibles, inférieures par exemple à 10 %, étant supposé que les corrections importantes et lentes ont déjà été assurées par action sur le serrage 35 du laminoir 10, au cours des premières passes de traitement de la bande 11 par celui-ci.

Ainsi qu'il apparaîtra par ailleurs clairement à l'homme de l'art, il est inutile de détailler les constituants du calculateur 23, ces constituants étant suffisamment définis par la fonction 40 qu'ils ont à assurer et pouvant d'ailleurs connaître de nombreuses

formes de réalisation différentes.

Dans le cas où l'alimentation à vitesse variable du moteur 16 est obtenue par un groupe Ward Leonard, le temps de réponse de la régulation est assez important et compense avantageusement l'avance 5 du signal délivré par la jauge d'épaisseur 25 qui est en amont du laminoir 10, surtout si cette jauge est proche de ce dernier.

Le signal de cette jauge 25 peut alors être introduit directement dans le calculateur 23, sans précautions particulières.

Si par contre, cette jauge 25 est loin du laminoir 10, ou si 10 l'on utilise pour la constitution du générateur 18 assurant l'alimentation du moteur 16, un groupe statique à thyristors, il est alors préférable d'utiliser un registre à glissement pour synchroniser l'arrivée de la bande 11 entre les cylindres du laminoir 10 avec le signal d'épaisseur délivré par la jauge 25.

15 Cette possibilité est illustrée par la figure 2 qui concerne en outre le cas où le laminoir est réversible.

Dans un tel cas, deux jauge d'épaisseur 25, 25' sont prévues de part et d'autre du laminoir 10 ; est également prévue une dynamo tachymétrique 19' calée sur le rouleau déflecteur 14 pour former 20 un troisième capteur de vitesse apte à délivrer un signal v_1 image de la vitesse d'entrée de la bande 11 dans le laminoir 10 lorsque cette bande circule de la bobineuse 15, agissant alors en débobineuse, à la débobineuse 12, agissant alors en bobineuse.

Dans l'exemple représenté le moteur 16 entraînant la débobineuse 25 se 12 est alimenté par un générateur 18 formé d'un groupe statique à thyristors, sous la dépendance d'un régulateur de courant 38 recevant un signal délivré par le deuxième comparateur 27.

De manière analogue, un moteur 16' associé à la bobineuse 15 est alimenté par un générateur 18' formé d'un groupe statique à 30 thyristors sous la dépendance d'un régulateur 38' recevant, après amplification en 30', le signal délivré par un comparateur 27', suivant une disposition symétrique de celle adoptée pour la bobineuse 12.

Deux commutateurs de signaux sont prévus, à savoir un commutateur d'entrée 32 disposé immédiatement en aval des capteurs de vitesse ou dynamostachymétriques 19, 21, 19' et des jauge 25, 25' et un commutateur de sortie 33 disposé immédiatement en amont des deuxièmes comparateurs 27, 27'.

Dans l'exemple représenté, le signal délivré par la jauge 25 40 est appliqué au calculateur 23 par l'intermédiaire d'un convertis-

seur analogique-digital 34, d'un registre à décalage ou glissement 35, et d'un convertisseur digital-analogique 36.

Le registre 35 reçoit des impulsions d'avance d'une horloge 37 synchronisée avec la vitesse d'avance de la bande 11 par la 5 dynamo tachymétrique 19.

Dans l'exemple représenté également, lorsque, comme décrit ci-dessus, la bande 11 circule de la débobineuse 12 à la bobineuse 15, le signal délivré par la jauge d'épaisseur 25' est, après intégration en 39, appliqué au deuxième comparateur 27. Cette régulation d'épaisseur asservie à l'épaisseur en aval du laminoir 10 est apte à corriger les dérives lentes de l'épaisseur, du fait de l'intégrateur qu'elle comporte.

Les commutateurs d'entrée et de sortie 32, 33 sont commandés de manière à inverser les rôles relatifs des dynamos tachymétriques 19, 19' et les rôles respectifs des jauge 25, 25', lorsque 15 la bande 11 circule de la bobineuse 15, agissant alors en débobineuse, à la débobineuse 12 agissant alors en bobineuse.

Ces commutateurs permettent ainsi de n'utiliser qu'un seul ensemble de régulation pour les deux bobineuse ou débobineuse 20 12 et 15.

Bien entendu, la présente invention ne se limite pas à la forme de mise en oeuvre décrite et représentée, mais englobe toute variante d'exécution et/ou de combinaison de leurs divers éléments.

2201142

REVENDICATIONS

1. Procédé pour la régulation de l'épaisseur d'une bande traitée par un laminoir à partir d'une débobineuse entraînée à vitesse variable, du genre suivant lequel on agit sur la vitesse 5 angulaire de ladite débobineuse, caractérisé en ce qu'on relève la vitesse linéaire V_1 et les variations d'épaisseur j_1 de la bande à l'entrée du laminoir, on relève la vitesse linéaire V_2 de la bande à la sortie du laminoir, et on règle la vitesse angulaire de la débobineuse de manière à ce que, entre V_1 , V_2 et j_1 soit 10 respectée une relation de la forme :

$$V_1 = r \cdot V_2 - r \cdot V_2 \cdot j_1$$

dans laquelle r désigne le rapport des épaisseurs de la bande à la sortie et à l'entrée du laminoir.

2. Dispositif pour la régulation de l'épaisseur d'une bande traitée par un laminoir à partir d'une débobineuse entraînée à vitesse variable par un générateur, caractérisé en ce que, pour la mise en oeuvre du procédé suivant la revendication 1, il comporte un premier capteur de vitesse apte à relever la vitesse V_1 15 de la bande à l'entrée du laminoir, une jauge d'épaisseur apte à relever la vitesse V_2 de la bande à la sortie du laminoir, un ensemble de calcul apte à former une fonction de la forme $V_1 = r \cdot V_2 \cdot j_1$, r étant une constante, un premier comparateur recevant d'une part la vitesse V_1 relevée par le premier capteur et d'autre part la vitesse V_1 élaborée par l'ensemble de calcul, et un deuxième comparateur recevant, d'une part, le signal de correction de vitesse élaboré par le premier comparateur, et d'autre part, un signal de référence, l'alimentation du générateur entraînant la débobineuse 20 25 étant asservie au signal de régulation délivré par ledit deuxième comparateur.

3. Dispositif suivant la revendication 2, caractérisé en ce que par une boucle d'asservissement le deuxième comparateur reçoit également un signal image de l'intensité du courant du générateur 30 entraînant la débobineuse.

4. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 2, 3, caractérisé en ce que l'application à l'ensemble de calcul du signal délivré par le deuxième capteur de vitesse se fait par l'intermédiaire d'un potentiomètre permettant d'ajuster la valeur du

coefficient r.

5. Dispositif suivant la revendication 2, caractérisé en ce que le premier capteur de vitesse est une dynamo tachymétrique calée sur un rouleau déflecteur situé entre la débobineuse et le laminoir.

6. Dispositif suivant la revendication 2, caractérisé en ce que le deuxième capteur de vitesse est une dynamo tachymétrique calée sur l'un des organes du laminoir, tels que par exemple le moteur entraînant celui-ci.

10 7. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 2 à 6, caractérisé en ce qu'une deuxième jauge d'épaisseur est prévue, apte à délivrer un signal j_2 image des variations d'épaisseur à la sortie du laminoir, ledit signal j_2 étant appliqué au premier comparateur par l'intermédiaire d'un intégrateur.

15 8. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 2 à 6, caractérisé en ce que le signal j_1 est appliqué à l'ensemble de calcul par l'intermédiaire d'un registre à décalage recevant des impulsions d'avance d'une horloge synchronisée avec la vitesse d'avance de la bande par le premier capteur de vitesse.

20 9. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications 2 à 8, caractérisé en ce que le laminoir étant réversible il comprend trois capteurs de vitesse, deux calés sur des rouleaux déflecteurs de part et d'autre du laminoir et un troisième calé sur un organe de ce dernier, en coopération avec deux commutateurs de signaux, à 25 savoir un commutateur d'entrée établi immédiatement en aval des capteurs et jauge et un commutateur de sortie établi immédiatement en amont du deuxième comparateur.

FIG.1

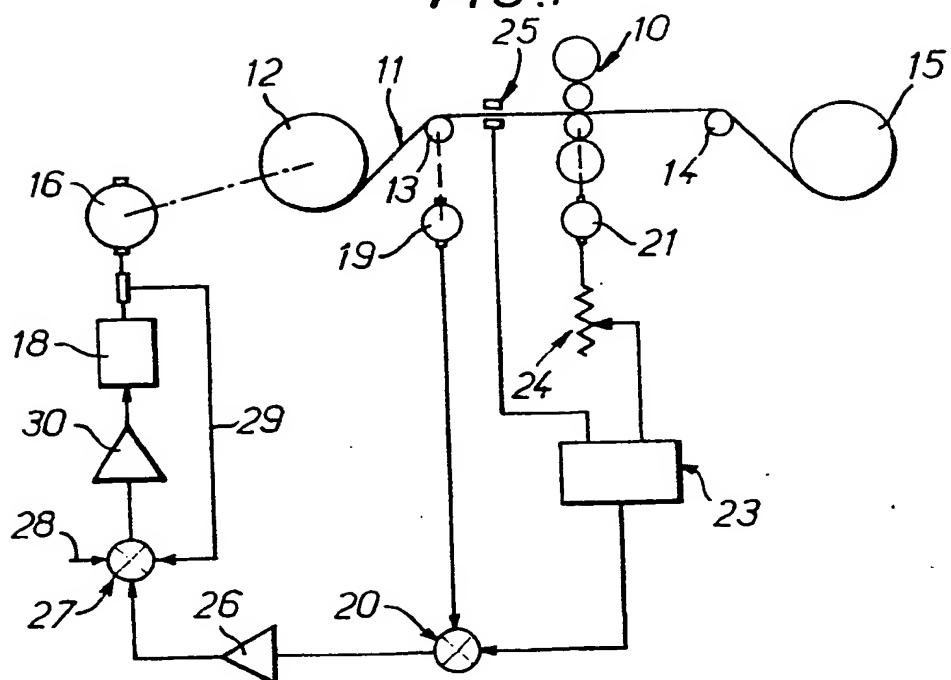
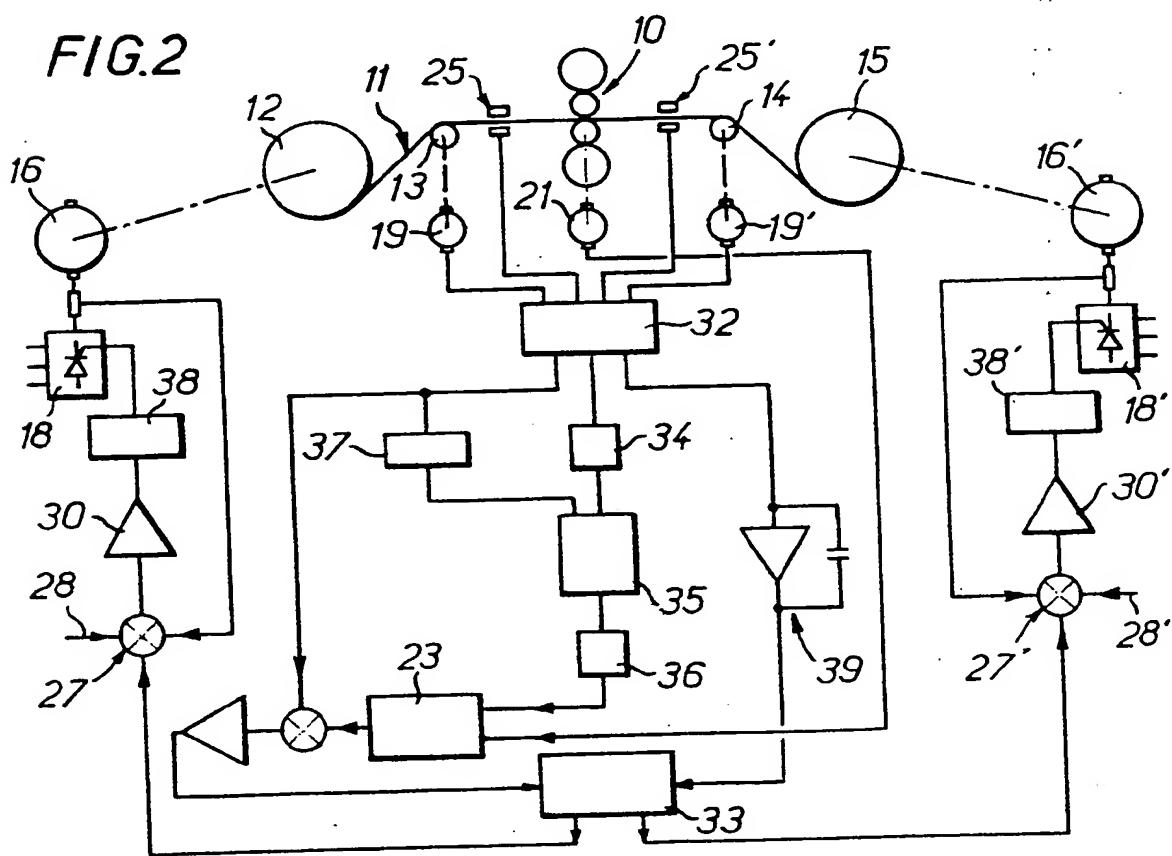


FIG.2



THIS PAGE BLANK (USPTO)